

BAB IV

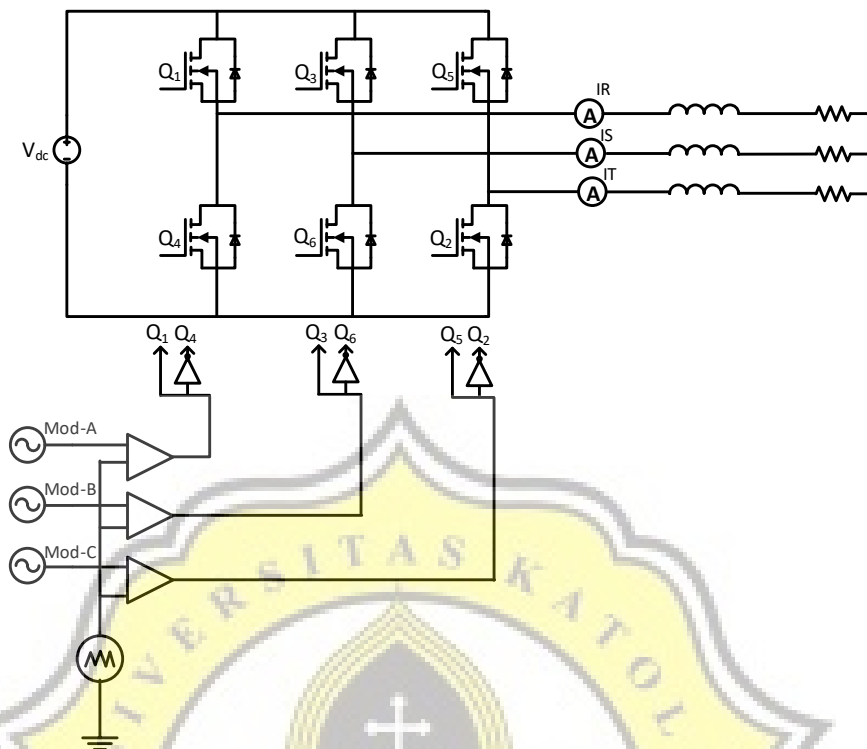
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pendahuluan

Pada bab ini dibahas mengenai hasil penelitian dari kinerja implementasi pada *inverter* tiga fasa yang di bebaskan pada beban *dummy*. Simulasi akan dibuat menggunakan *software* PSIM untuk mengamati gelombang tegangan dan arus pada tiap fasa. Setelah simulasi, selanjutnya prototipe dibuat untuk melakukan uji coba pada laboratorium dan akan mengamati gelombang tegangan dan arus keluaran pada *inverter*.

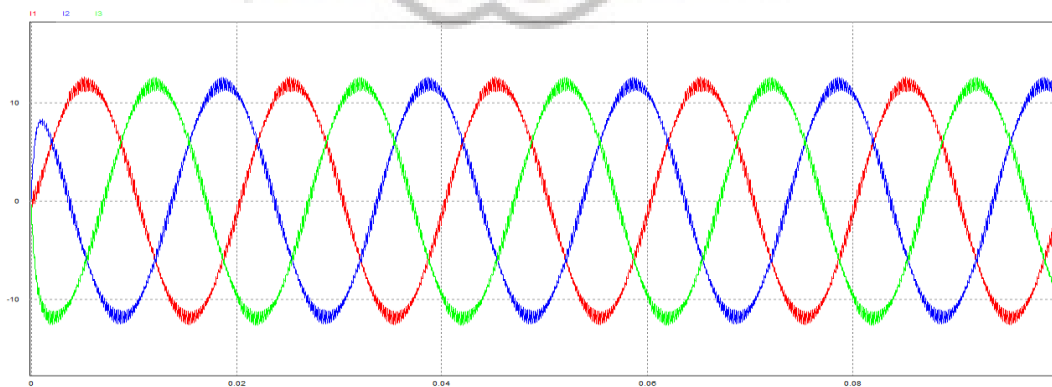
4.2 Hasil Simulasi PSIM

Simulasi menggunakan PSIM digunakan sebagai acuan dan referensi proses dan sinyal keluaran yang harus dicapai pada setiap tahap/*stage* rangkaian, sehingga dengan merancang sistem rangkaian yang sinyal keluarannya sama dengan sinyal keluaran yang telah disimulasikan, maka hasil dapat dikatakan desain dan implementasi sistem telah berfungsi seperti yang diharapkan atau mendekati kondisi ideal. Skematik dari desaintelah diuraikan pada bab sebelumnya, dari rancangan tersebut setelah disimulasikan padaPSIM dan telah menghasilkan beberapa sinyal acuan yang penting bagi analisa akhir.



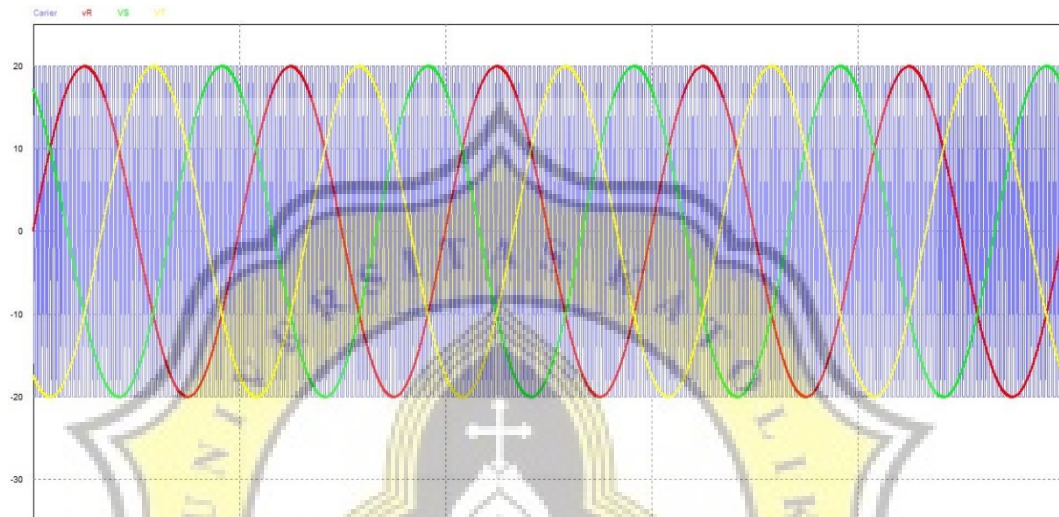
Gambar 4.1 Skema *inverter* tiga fasa

Gambar di atas adalah prototipe dari alat tugas akhir ini pada PSIM, tahap selanjutnya simulasi dijalankan dengan beberapa parameter dengan tujuan dihasilkannya sinyal keluaran pada masing – masing lengan *inverter*. Berikut hasil simulasi pada PSIM, maka dapat dilihat sinyal hasil transformasi sesuai yang diinginkan.



Gambar 4.2 Arus keluaran pada IR, IS, IT pada PSIM

Dari gambar di atas dapat dilihat sinyal akhir yang dihasilkan dari *inverter* tiga fasa dengan berbasis algoritma ini memiliki tingkat kualitas yang baik. Pada gambar di bawah ini merupakan sinyal modulasi yang dipadukan dengan sinyal carier.



Gambar 4.3 Sinyal modulasi fasa R, fasa S, fasa T dan Carier

4.3 Hasil Pengujian Alat di Laboratorium

Pengujian alat dilakukan di Laboratorium Progam Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unika Soegijapranata Semarang. Implementasi telah dilakukan secara riil. Hasil pengujian yang didapat pada sistema *inverter* tiga fasa dengan parameter sebagai berikut:

Table 4.1 Parameter pengujian

Tegangan masuk <i>Inverter</i>	30Volt DC
Tegangan keluaran <i>Inverter</i>	18Volt AC
Rating keluaran maksimal	1200 Volt
Rating frekuensi keluaran	50 Hz

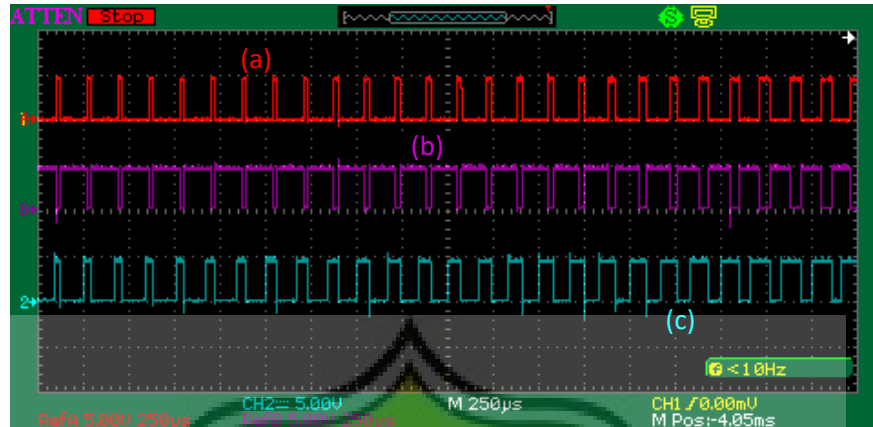


Gambar 4.4 Implementasi inverter tiga fasa berbasis mikrokontroler dsPIC30F4012

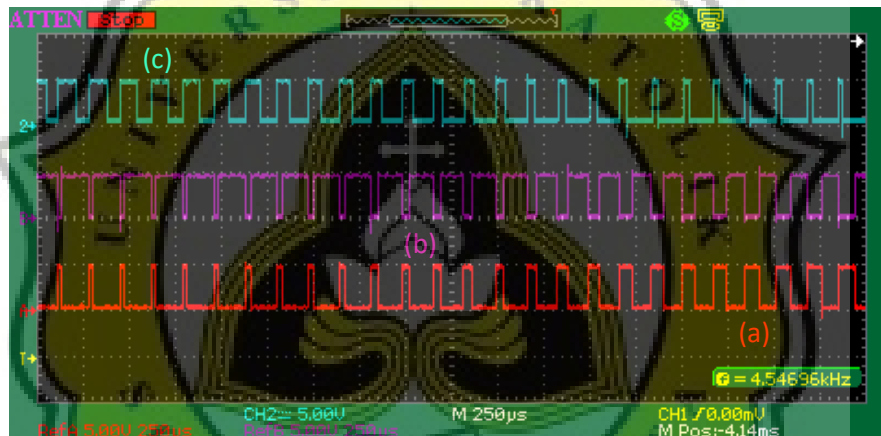
Pengujian laboratorium dilakukan sebagai analisa serta pembandingan antara pemodelan simulasi yang telah dilakukan dan implementasi secara riil. Pengujian alat pada Tugas Akhir ini dilakukan secara bertahap, mulai dari pengujian *hardware per board* rangkaian sampai dengan penggabungan seluruh sistem untuk mengetahui unjuk kerja dari *inverter* tiga fasa berbasis mikrokontroler dsPIC30f4012.

4.3.1 Hasil Pengujian Pada Rangkaian Kontrol

Tahap pertama dari pengujian ini adalah dengan mengukur jalur keluaran terminal *output* penghasil sinyal SPWM dari *Digital Signal Controller* dsPIC30f4012 yang terintegrasi dalam satu sistem minimum. Semua proses pengambilan dan akuisisi data gambar sinyal SPWM dari DSC ini digunakan *Digital Storage Oscilloscope* tipe ATTEN ADS1000. *Oscilloscope digital* ini mempunyai kemampuan *channel bandwidth* 25MHz-125MHz serta 32 parameter pengukuran secara otomatis. Akuisisi data dari *oscilloscope* ke PC menggunakan kabel USB dan Esyscope3.



Gambar 4.5 Sinyal keluaran pada mikrokontroler (a) untuk lengan H1, (b) untuk Lengan H2, (c) untuk lengan H3



Gambar 4.6 Sinyal keluaran pada mikrokontroler (a) untuk lengan L1, (b) untuk lengan L2, (c) untuk lengan L3

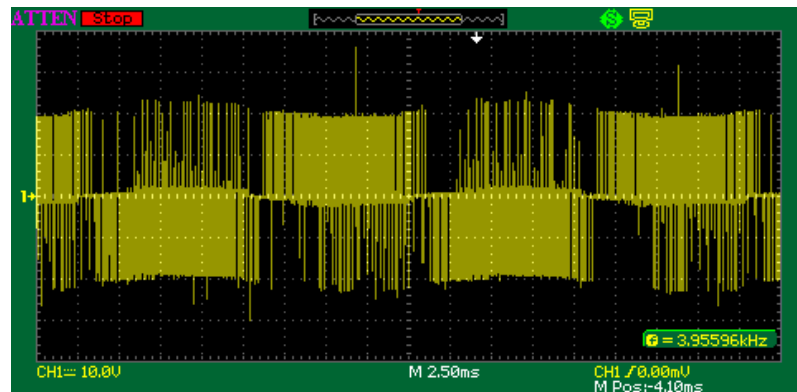
Pada pengujian rangkaian *Digital Signal Controller* penghasil sinyal spwm di atas jalur *output* diambil pada *Port B* pin 28 (fasa R), 24 (fasa S) dan 20 (fasa T) untuk *High* dan *Port O* pin 16 (fasa R), 15 (fasa S), 14 (fasa T) untuk *Low*. Gambar di atas merupakan akuisisi data pertama kali yang dilakukan, yaitu dengan membuat *listing* algoritma program yang hanya berfungsi pada satu sektor saja secara berulang-ulang. Hal ini dilakukan untuk membuktikan proses matematis pada algoritma program sudah berjalan seperti yang diharapkan. Kedua

buah gambar di atas terlihat mempunyai pola pensaklaran yang berbeda satu sama lain tergantung dengan sinyal modulasi.

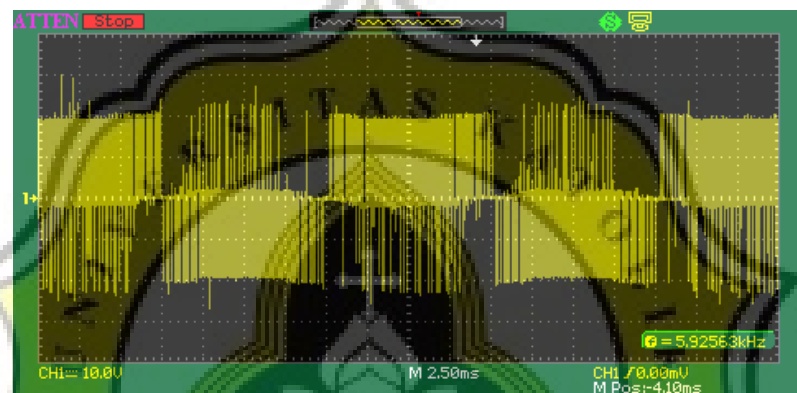
Berdasarkan simulasi perangkat lunak pensimulasi elektronika daya sudah dinyatakan benar, kemudian dimulailah perancangan sebelum melakukan implementasi. Yang harus dilakukan adalah membangkitkan sinyal sinusoidal sebagai modal metode SPWM yang dikeluarkan oleh mikrokontroler dsPIC30F4012 sebagai pengendali *invertertiga* fasa. Sinyal sinusoidal dibentuk dengan menggunakan rangkaian pendeteksi sinyal sinusoidal. Suatu deteksi sinyal bolak-balik dilakukan untuk melakukan sinkronisasi terhadap jaringan listrik. Sinyal yang telah diolah dimasukkan sebagai referensi pada sistem pengendali mikrokontroler. Sinyal tersebut diolah di dalam *Digital Signal Controller* (DSC) pada sistem internal mikrokontroler. Data dari DSC kemudian dibandingkan dengan register yang ada untuk membentuk modulasi lebar pulsa digital. Setelah menghasilkan sinyal SPWM sinyal tersebut dikeluarkan melalui *PORT* mikrokontroler dsPIC30F4012 masuk kesaklar yang digunakan adalah IGBT.

4.3.2 Pengujian Pada Keluaran IGBT

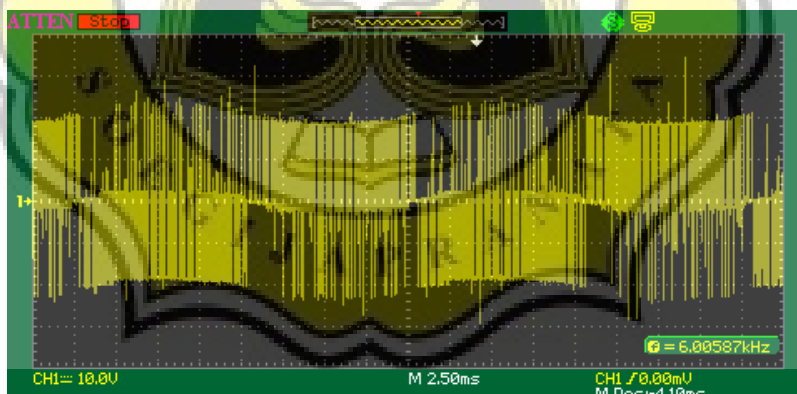
Dari hasil pengujian di laboratorium gelombang sinusoidal ini digunakan sebagai referensi pembentuk sinyal. Dari hasil pengujian di laboratorium tegangan antar lengan yang telah melalui DSC, seperti hasil simulasi dengan pensimulasi daya.



Gambar 4.7 Tegangan Fasa R terhadap Fasa S



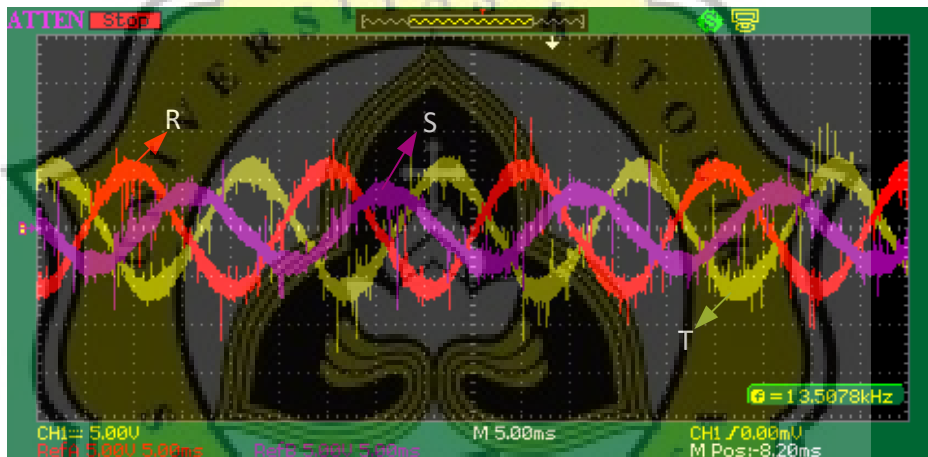
Gambar 4.8 Tegangan Fasa S terhadap Fasa T



Gambar 4.9 Tegangan Fasa T terhadap Fasa R

Pada implementasi *dummy load* rangkaian daya ini menggunakan pemodelan dari beban resistif sebesar 15Ω serta diusahakan terjadi kesetimbangan dari ketiga lengan ketiga fasa nya. Penggunaan *dummy load* pada tahap ini digunakan sebagai langkah awal untuk menganalisa sinyal keluaran *inverter* dengan beberapa parameter pengukuran.

Visualisasi sinyal keluaran pada DSC (*Digital Signal Controller*). Proses pergeseran antar fasa dihasilkan secara otomatis ketika algoritma komputasi matematis dilakukan pada keenam buah sektor. Hal ini cukup berbeda dengan konsep SPWM biasa yang harus menggeser fasa sinyal *carrier* atau memanipulasi pembacaan data *Lookup Table* untuk dapat menghasilkan pola pensaklaran sinyal tiga fasa yang akan dimasukan ke topologi daya untuk menggerakan tiga buah lengan *inverter*.



Gambar 4.10 Tegangkeluaran 3 Fasa

Setelah sinyal kontrol SPWM yang dibangkitkan oleh *Digital Signal Controller* didapatkan hasil yang baik dan sesuai dengan yang diharapkan, maka langkah selanjutnya adalah mengintegrasikan seluruh rangkaian kendali dan rangkaian daya. Dalam hal ini dapat diartikan sistem arus lemah (DSC) mengendalikan sistem arus kuat (*inverter*). Luaran akhir pada tahap ini adalah pengukuran pada sisi beban rangkaian daya *inverter* tiga lengan tiga fasa.

4.4 Pembahasan

Inverter dapat beroperasi dengan cara mengatur sistem pensaklarannya. Cara mengatur sistem pensaklaran ada beberapa metode, salah satunya dengan metode SPWM (*Sinusoidal Pulse Width Modulation*). Pada inverter tiga fasa ini sinyal carrier yang berupa gelombang segitiga dikomparasikan dengan gelombang sinusoidal yang dihasilkan oleh DSC (*Digital Signal Control*) dsPIC30F4012. Hasil dari komparasi dari kedua gelombang berupa SPWM.

Kemudian sinyal Carrier, gelombang sinusoidal, dan SPWM diolah kembali pada DSC dsPIC30F4012. Menghasilkan sinyal SPWM yang digunakan untuk mentrigger saklar statis pada IGBT Fuji 7mbr15vck120-50. Selanjutnya keluaran pada IGBT dihubungkan kepada beban berupa resistor dan induktor. Dari gelombang SPWM yang dihasilkan pada IGBT bila di bebaskan pada resistor dan induktor akan menghasilkan gelombang sinusoidal yang dapat diamati pada osiloscope.